

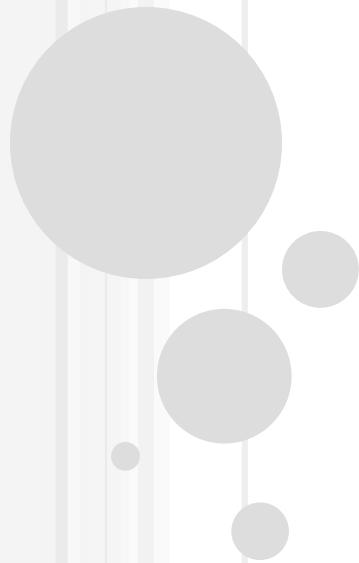
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Université de Jijel, Département d'Architecture

3<sup>ème</sup> Année Architecture

Module : Structure.s en architecture 1

# Ch.1 La nécessité de la structure en architecture



# I. GÉNÉRALITÉS

Tout édifice quelque soit sa nature doit répondre à trois principes essentiels : *Fonctionnalité, Solidité et Esthétique.*

Ces trois principes trouvent leur solution dans la gestion de la forme : du simple trait jusqu'aux volumes les plus complexes.

Pour qu'un bâtiment existe, il faut qu'il tienne. Dans cette phrase nous introduisons deux (02) sens du principe de la solidité complètement différents.

Le rôle premier d'un bâtiment est de couvrir ou d'englober une activité. Cette enveloppe physique doit assurer la sécurité des utilisateurs de ce bâtiment. Cette enveloppe ne doit en aucun cas s'écrouler et donc en aucun cas constituer le premier danger pour l'homme .Quand nous parlons donc de solidité nous devons comprendre le maintien de l'enveloppe et sa durée de vie ; c.-à-d. sa capacité de garder ses propriétés physiques et mécaniques durant une période donnée qui dépend de la fonction du bâtiment en lui même et du nombre de personnes qu'il abrite ainsi que des conditions de « vie » du dit bâtiment.



Les architectes et ingénieurs de Génie civil appellent communément la partie qui assure la portance : *La Structure*

**Définition :** On nomme *structure* (الهيكل) l'ensemble des éléments qui assurent la stabilité d'un bâtiment. Elle doit pouvoir transmettre les charges appliquées sans rupture ni déformation. L'objectif est, de ce fait, de véhiculer puis de transmettre les charges et les surcharges d'une construction donnée, à travers des éléments porteurs, tout en assurant l'équilibre de l'ensemble, aux fondations qui se chargent à leur tour de les transmettre au sol.

La portance assurée par la structure du bâtiment est constituée de deux parties :

- La *superstructure* ou partie se trouvant au dessus du niveau du sol.
- L'*infrastructure* ou partie située au dessous du niveau de sol.

La superstructure a pour rôle de reprendre toutes les charges du bâtiment (poids propre, charges permanentes et d'exploitation et surcharges accidentelles) et de les transmettre à l'infrastructure.

L'infrastructure a pour rôle de reprendre les charges transmises par la superstructure, de les transmettre au sol d'assise et de résister aux forces qui peuvent exister dans le sol dans laquelle elle se trouve.

## II. INFRASTRUCTURE (FONDATIONS )

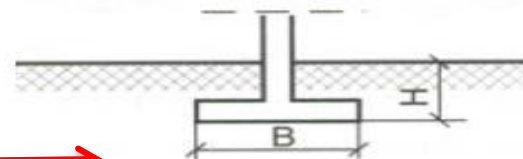
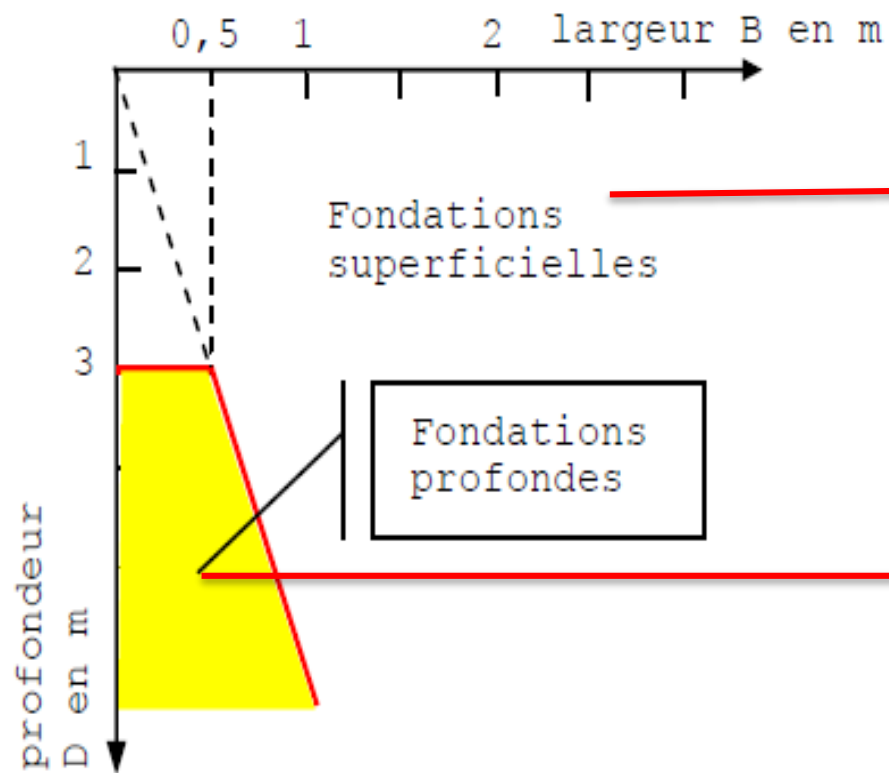
Elle représente l'ensemble des fondations et des éléments situés en dessous du niveau de base. On utilise, selon le cas, des semelles isolées ou linéaires (filantes) (en cas de poteaux), continues (en cas de murs porteurs), un radier ou des fondations profondes telles les puits, pieux général (cas de mauvais sol de fondation).

### II.1 TYPES DE FONDATIONS

On distingue deux catégorie : ***fondations superficielles*** et ***profondes***

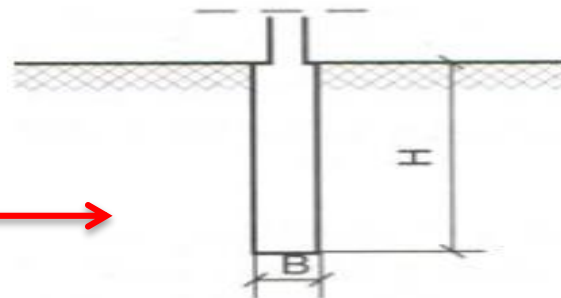
La distinction entre fondations superficielles et profondes se fait selon la valeur du rapport de la hauteur du sol d'assise  $H$  (distance entre le dessous de la fondation et le niveau fini du sol) sur la largeur de la fondation  $B$ .





Fondations superficielles

$$\frac{H}{B} < 6 \text{ ou } H < 3$$



Fondations profondes

$$\frac{H}{B} > 6 \text{ ou } H > 3$$

# Types de fondations

## Fondations superficielles

Fondations ponctuelles  
(semelles isolées)

Fondation surfacique  
(le radier)

Fondation linéaire

Radier nervuré

Radier plat d'épaisseur constante

Semelle filante en béton armé

Semelle filante sous mur

Semelle filante sous poteaux

Fondations en rigoles

## Fondations profondes

Fondations sur puits

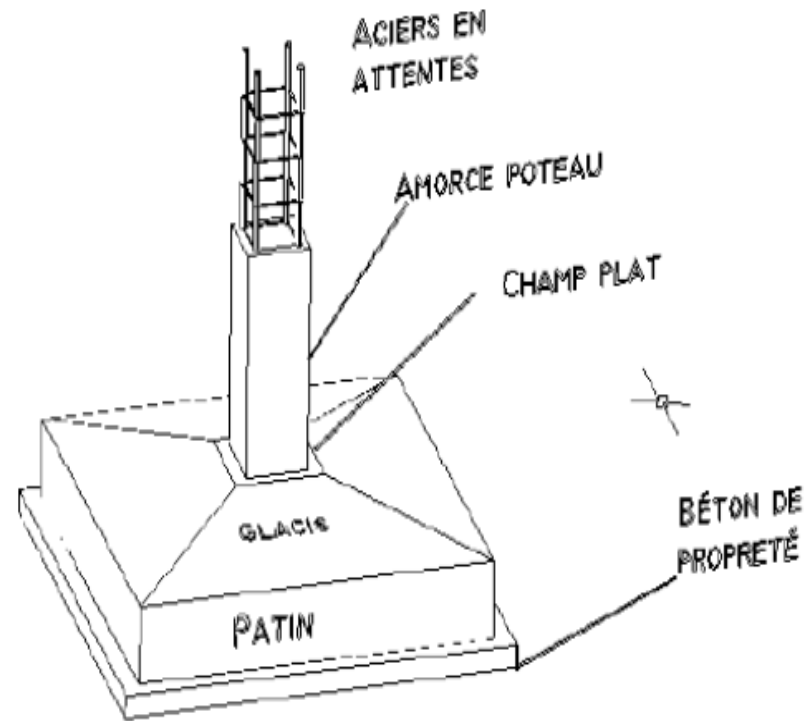
Fondations sur pieux

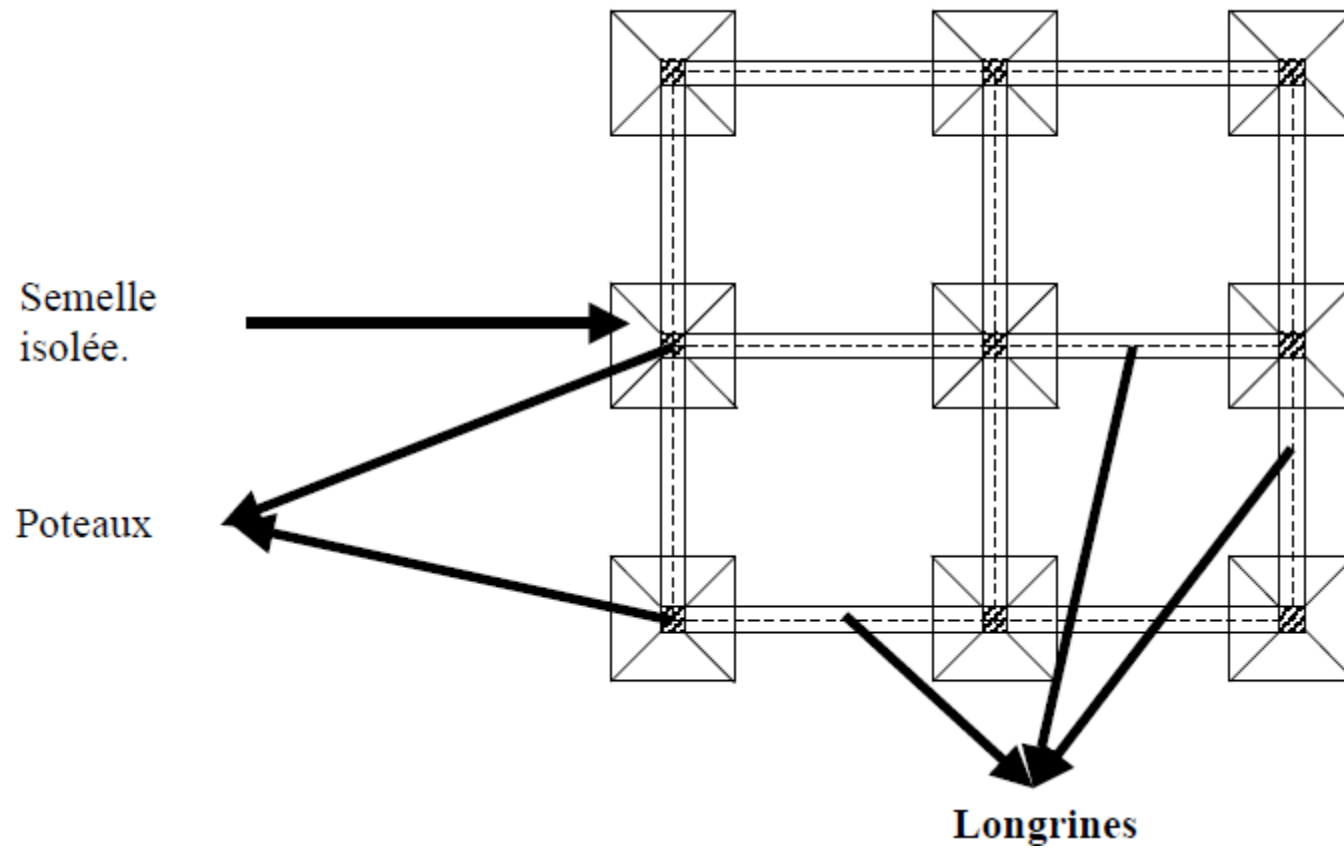
## II.1.1 FONDATIONS SUPERFICIELLES

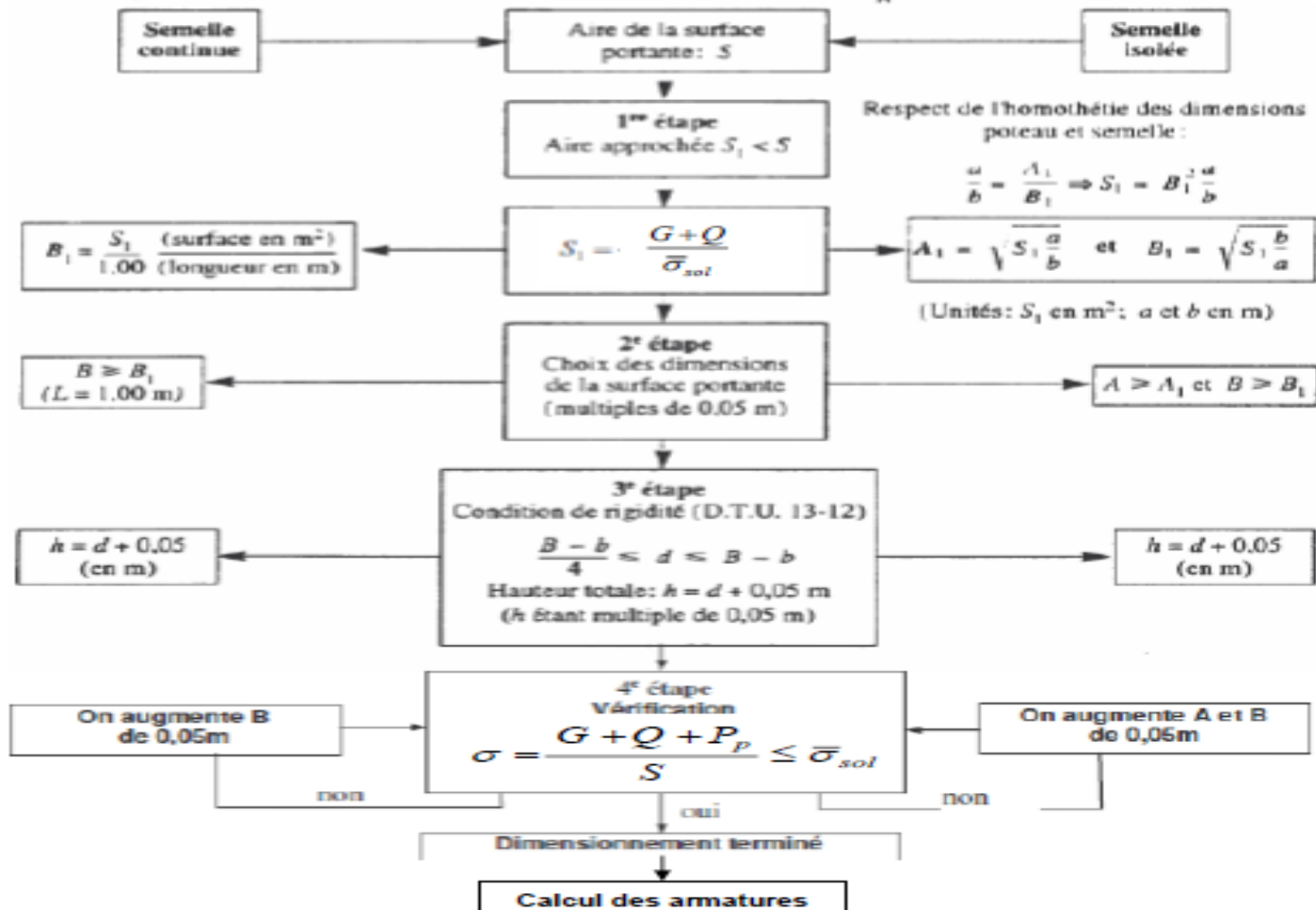
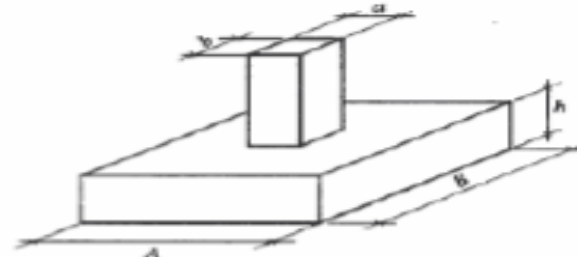
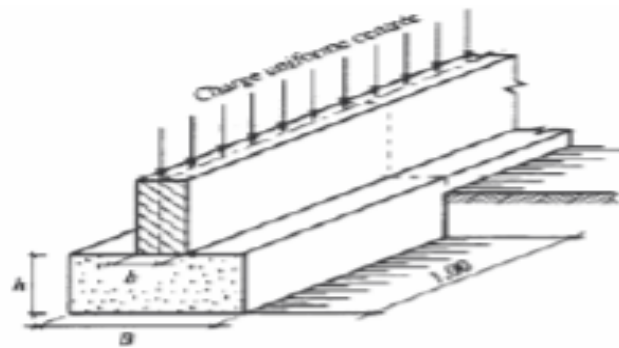
### ➤ FONDATIONS PONCTUELLES (SEMELLES ISOLÉES)

Il s'agit de semelles isolées sous poteaux destinées à transmettre au sol des charges *concentrées* plus ou moins importantes, la forme et les dimensions de ces semelles dépendent essentiellement de :

- les charges à transmettre ;
- la contrainte admissible du terrain d'assise
- la section droite du poteau reposant sur ces semelles. On leur donne une section *homothétique* à celle du poteau (carré, rectangulaire, circulaire, polygonale, etc.) de sorte à assurer une répartition uniforme des efforts suivant toutes les directions.







## ➤ FONDATIONS EN RIGOLES

Ce sont des semelles sous murs en maçonnerie et qui constituent des fondations superficielles de surface. Leur implantation se situe entre 60 cm et 1m de profondeur de façon à être à l'abri du gel.

Elles sont constituées de gros béton, dosé à  $250 \text{ kg/m}^3$  environ, coulées en pleine fouille.

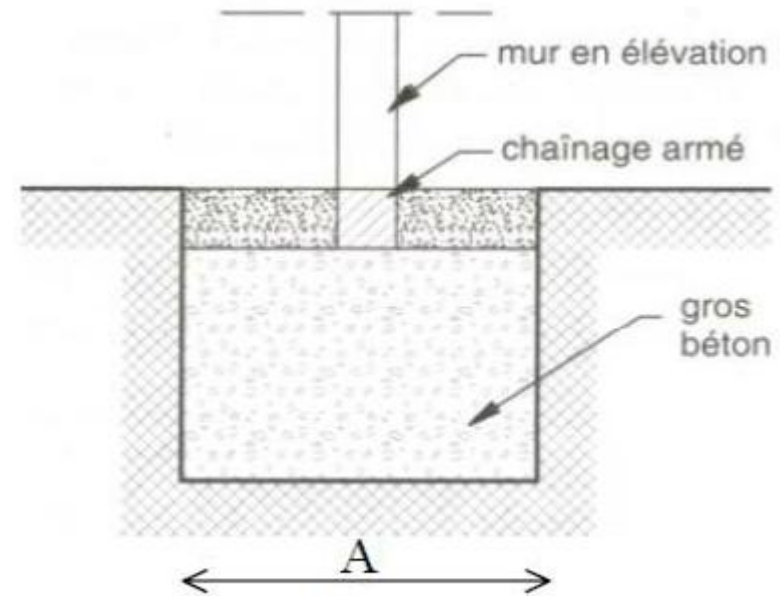


Fig.6 fondation en rigole.

- *fondations en rigoles*

Il faut noter que, le dimensionnement des fondations en rigoles, elle se fait par analogie avec la semelle filante sous mur. Cependant, les dimensions minimales admises sont :

- $B = 40 \text{ cm}$ , soit la largeur d'une pelle ;
- La profondeur  $H = 30 \text{ à } 40 \text{ cm}$ , sous réserve d'un ancrage suffisant et d'être hors gel ;
- La hauteur de la semelle est, en général, au moins égale à la moitié de sa largeur.

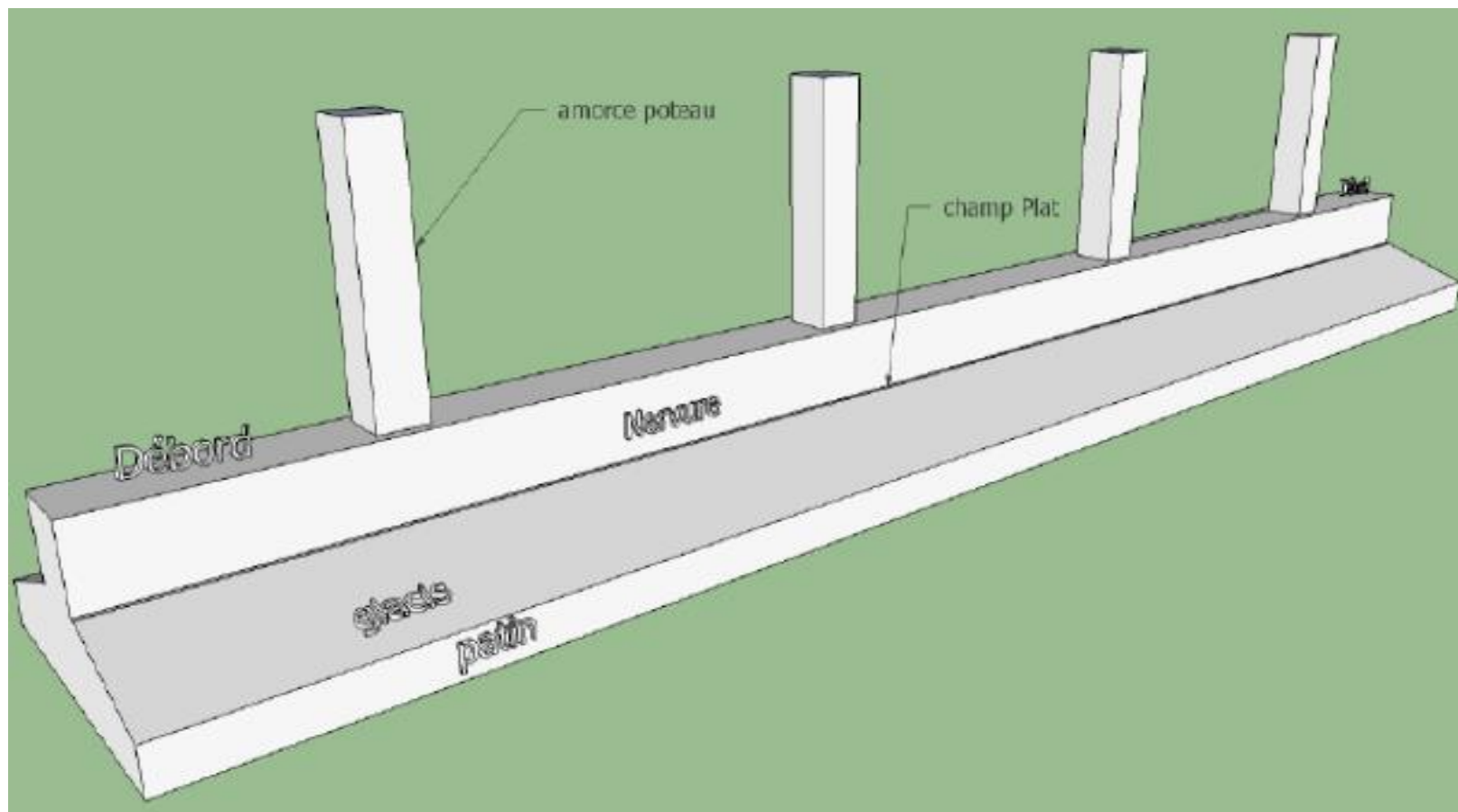
## ➤ SEMELLE FILANTE SOUS POTEAUX

Lorsque les semelles dans une direction donnée sont proches les unes des autres, on réalise une semelle continue sous la file de poteaux qu'elles supportent.

D'une manière générale on peut assimiler une semelle filante comme l'association de plusieurs semelles isolées. On retrouve alors les mêmes éléments constitutifs de cette dernière. A savoir : le patin, le glacis, le champ plat, l'amorce poteau. Deux nouveaux éléments apparaissent alors :

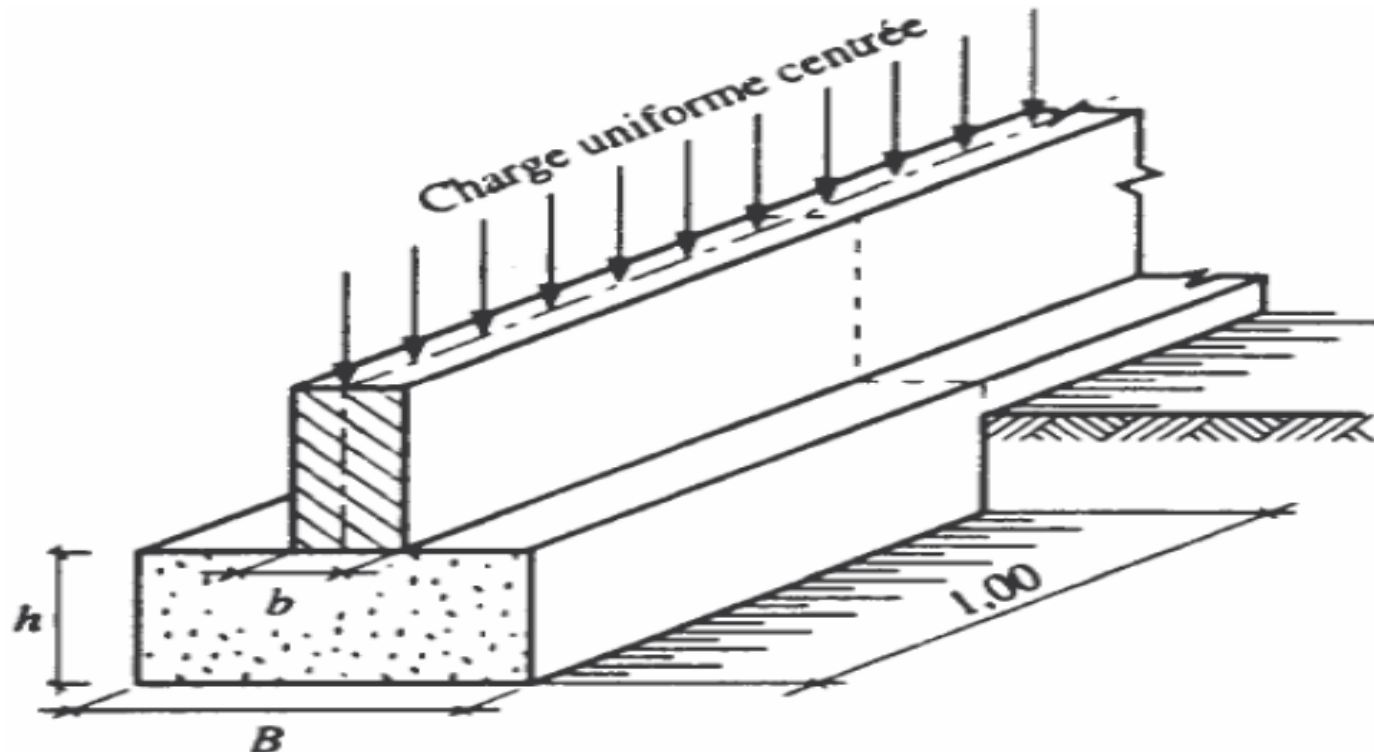
- *La nervure : rôle d'élément de rigidité.*
- *Le débord : assurant la surface nécessaire à une bonne répartition des contraintes sur le sol.*



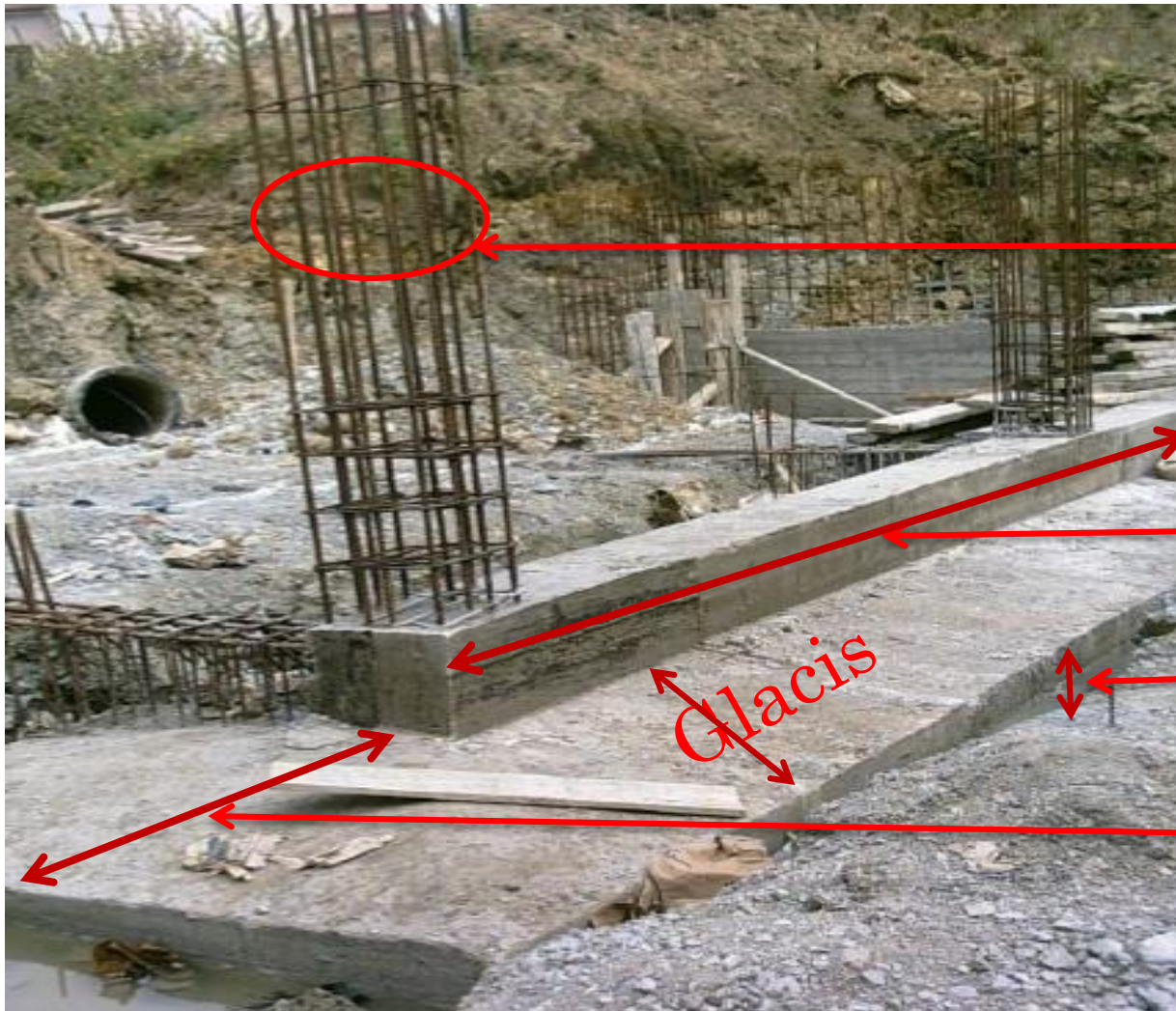


## ➤ SEMELLE FILANTE SOUS MUR

Dans ce cas les charges sont transmises par des murs continus (voiles), supposées centrées sur l'axe des semelles



## EXEMPLE D'UNE SEMELLE FILANTE SOUS POTEAUX



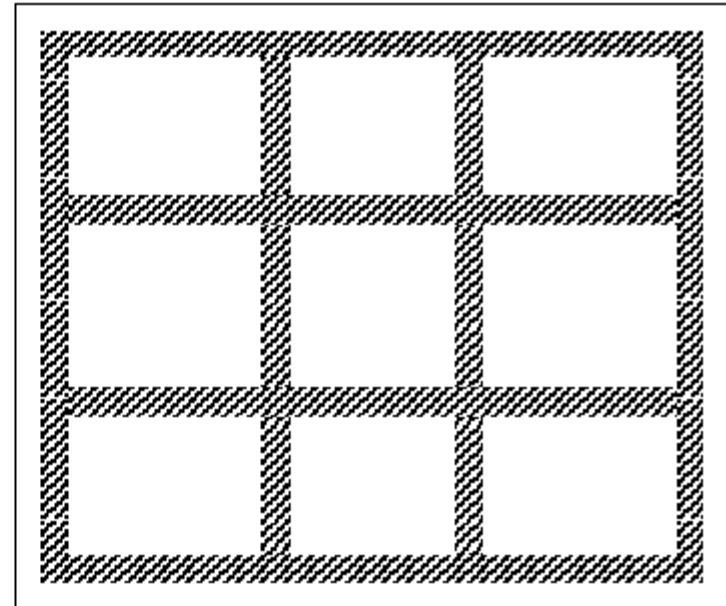
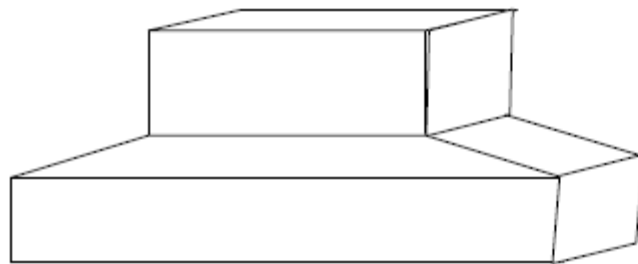
Armatures en  
attentes pour  
poteau  
d'angle

Nervure

Patin

Débord

Glacis



**Semelles continues croisées**



## ➤ FONDATION SURFACIQUE (LE RADIER)

Un radier est une dalle en béton armé épaisse nervurée ou non, située sous tout ou une partie (souvent sous les cages d'ascenseurs) d'un bâtiment qui prend appui sur le sol. Les charges sont ainsi réparties sur une très grande surface de façon à réduire les pressions sur le sol de fondation

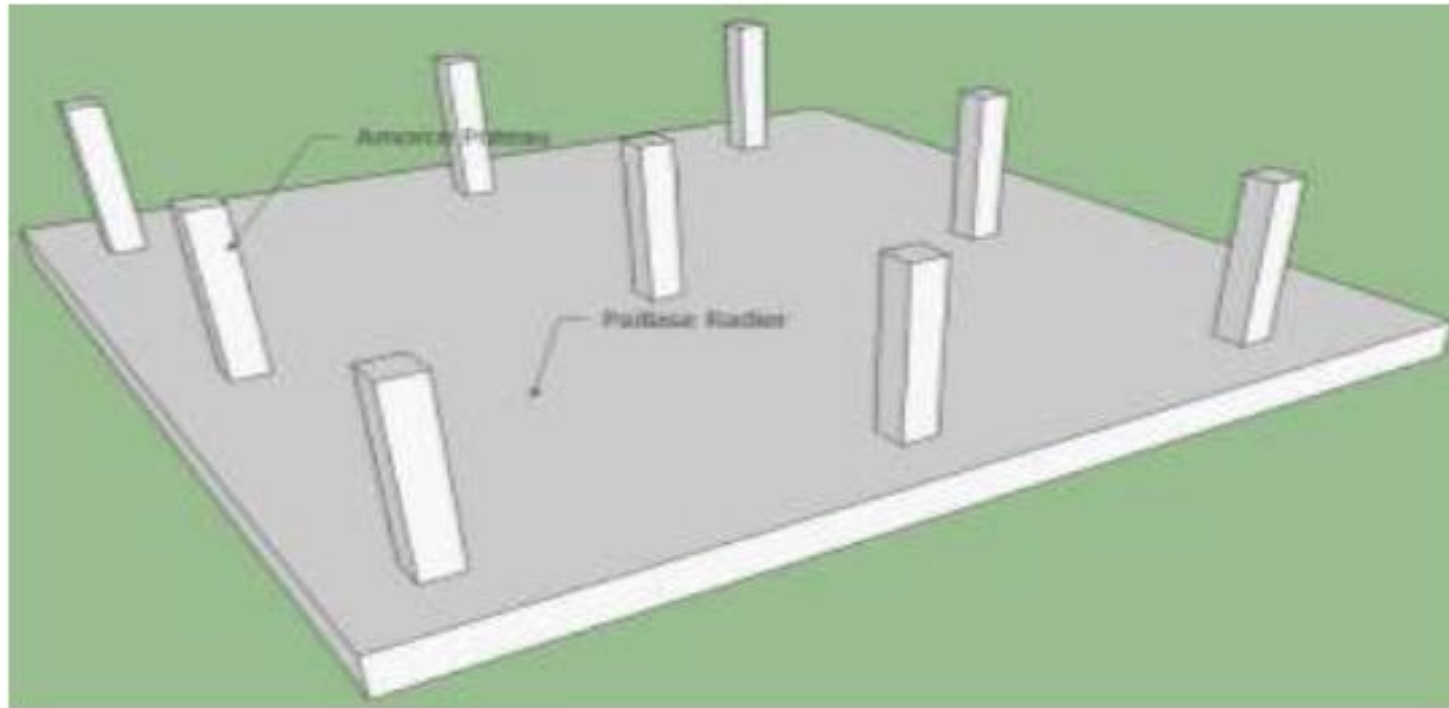


Fig.10. radier non nervuré (plat, dalle) soumis à des charges ponctuelles (poteaux).

## II.1.2 FONDATIONS PROFONDES

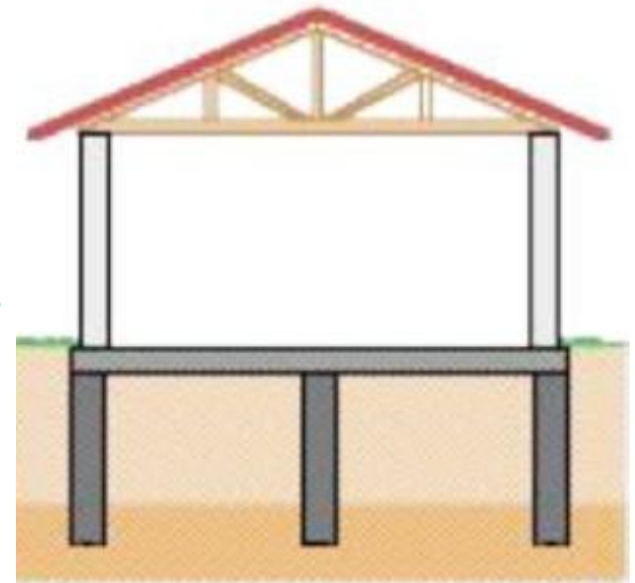
Lorsque l'on ne peut vraiment pas fonder le bâtiment sur les couches superficielles, on va chercher à l'appuyer sur les couches plus profondes et donc plus résistantes par l'intermédiaire de poteaux (fig.17).

Parmi les fondations profondes, nous pouvons distinguer les *pieux* (*préfabriqués, exécutés sur place*), et les *puits* (*exécutés sur place*).

Au point de vue terminologique :

- *un pieu est caractérisé par un rapport :  $10.B < H$ ,*
- *un puits par un rapport :  $6.B < H < 10.B$ .*

La section des puits et pieux est le plus souvent circulaire.



### III. SUPERSTRUCTURE (Classification des structure traditionnelle en BA)

#### III.1 Ossature en béton armé

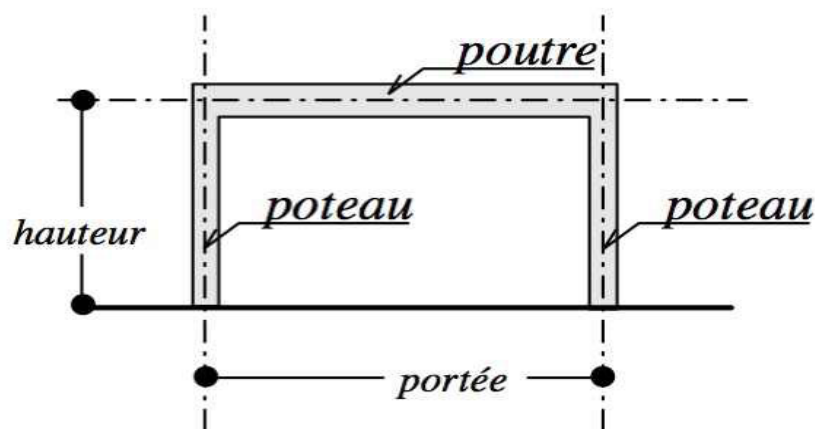
Les principaux types d'ossatures en béton armé sont :

- Les ossatures composées de poutres et poteaux pouvant constituer des portiques ;
- Les structures en maçonnerie porteuse chaînée ;
- Les structures uniquement à murs porteurs (plancher-voiles) ;
- Les structures mixtes avec des murs porteurs associés à des portiques ;
- Les structures à noyau central.



➤ Ossatures composées de poutres et poteaux (structure en portique autostable)

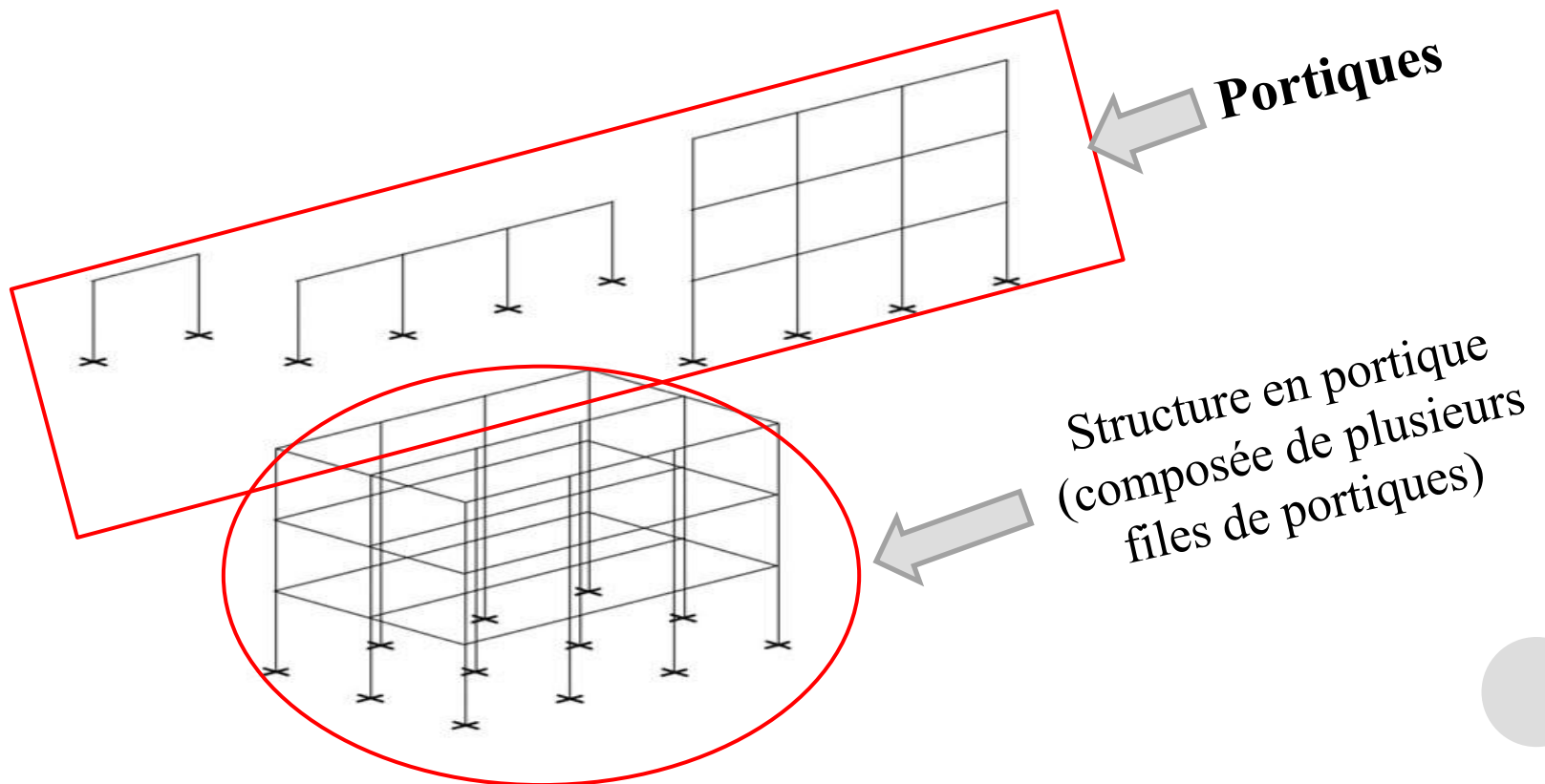
Un *portique* est une structure élémentaire, constituée de deux montants (poteaux) supportant une traverse (poutre), ces trois éléments ayant leur axe contenu dans un même plan. Sa fonction structurelle est de porter les charges qui s'appliquent sur lui en les déviant vers ses fondations, pour générer ainsi un espace dégagé.



## Structure en portique

Une structure composée de portiques est une ossature obtenue par la répétition de ces éléments, qui permet de créer un espace abrité et éventuellement des étages.

Pour ce type de bâtiment, les murs ne conservent que leur fonction séparative soit de l'ambiance extérieure, soit entre locaux, la fonction porteuse étant confiée à une ossature essentiellement formée de poteaux et de poutres supportant les planchers et les cloisons intérieures ou les remplissages de façades.





ossatures composées de poutres et poteaux  
pouvant constituer des portiques



## *Exigence du RPA dans ce contexte*

Les bâtiments concernés (avec remplissage) ne doivent, par ailleurs, pas dépasser :

- Cinq (05) niveaux ou dix sept (17) mètres en zone I ;
- Quatre (04) niveaux ou quatorze (14) mètres en zone IIa ;
- Trois (03) niveaux ou onze (11) mètres en zone IIb, et
- Deux (02) niveaux ou huit (08) mètres en zone III.

- *Notons que*, le territoire national est divisé en cinq (05) zones de sismicité croissante, soit :

Zone 0 : sismicité négligeable

Zone I : sismicité faible

Zones IIa et IIb : sismicité moyenne

Zone III : sismicité élevée



# CLASSIFICATION SISMIQUE DES WILAYAS ET COMMUNES D'ALGERIE

| N° | WILAYAS OU COMMUNES                                                                 | ZONE SISMIQUE |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 01 | ADRAR                                                                               | 0             |
| 02 | CHLEF                                                                               |               |
|    | <b>Groupe de communes A</b>                                                         | <b>III</b>    |
|    | Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes B et C         |               |
|    | <b>Groupe de communes B</b>                                                         | <b>IIb</b>    |
|    | El karimia,Harchoun,sendjas,Oued sly,Boukadir                                       |               |
|    | <b>Groupe de communes C</b>                                                         | <b>IIa</b>    |
|    | Ouled Ben Abd El Kader Hadjadj                                                      |               |
| 03 | LAGHOUAT                                                                            | <b>I</b>      |
| 04 | OUM EL BOUAGHI                                                                      | <b>I</b>      |
| 05 | BATNA                                                                               | <b>I</b>      |
| 06 | BEJAIA                                                                              | <b>IIa</b>    |
| 07 | BISKRA                                                                              | <b>I</b>      |
| 08 | BECHAR                                                                              | 0             |
| 09 | BLIDA                                                                               |               |
|    | <b>Groupe de communes A</b>                                                         | <b>III</b>    |
|    | Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes B              |               |
|    | <b>Groupe de communes B</b>                                                         | <b>IIb</b>    |
|    | Meftah , Djebabra, Souhane, Larbaa,Ouled Selama,Bougara,Hammam Melouane, Ain Romana |               |
| 10 | BOUIRA                                                                              | <b>IIa</b>    |
| 11 | TAMENRASSET                                                                         | 0             |
| 12 | TEBESSA                                                                             | <b>I</b>      |
| 13 | TLEMCEN                                                                             | <b>I</b>      |

|    |                                                                                                                         |     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 14 | TIARET                                                                                                                  | I   |
| 15 | TIZI-OUZOU                                                                                                              |     |
|    | <b>Groupe de communes A</b>                                                                                             | IIb |
|    | Mizrana                                                                                                                 |     |
|    | <b>Groupe de communes B</b>                                                                                             | IIa |
|    | Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A                                                  |     |
| 16 | ALGER                                                                                                                   | III |
| 17 | DJELFA                                                                                                                  | I   |
| 18 | JIJEL                                                                                                                   | IIa |
| 19 | SETIF                                                                                                                   | IIa |
| 20 | SAIDA                                                                                                                   | I   |
| 21 | SIKDA                                                                                                                   | IIa |
| 22 | SIDI BEL-ABBES                                                                                                          | I   |
| 23 | ANNABA                                                                                                                  | IIa |
| 24 | GUELMA                                                                                                                  | IIa |
| 25 | CONSTANTINE                                                                                                             | IIa |
| 26 | MEDEA                                                                                                                   |     |
|    | <b>Groupe de communes A</b>                                                                                             | IIb |
|    | El hamdania , Medea, Tamesguida,                                                                                        |     |
|    | <b>Groupe de communes B</b>                                                                                             | IIa |
|    | Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A et C                                             |     |
|    | <b>Groupe de communes C</b>                                                                                             | I   |
|    | Bou Aiche, Chahbounia, Boughzoul, Sareg, Meftaha, Ouled Maref, El Aounet, Ain Boucif, Sidi Damed, Ain Ouksir, Cheniguel |     |
| 27 | MOSTAGANEM                                                                                                              |     |
|    | <b>Groupe de communes A</b>                                                                                             | III |
|    | Ouled Boughalem, Achaacha, Khadra, Nekmaria                                                                             |     |
|    | <b>Groupe de communes B</b>                                                                                             | IIb |
|    | Sidi Lakhdar, Tasghait, Ouled Maalah                                                                                    |     |
|    | <b>Groupe de communes C</b>                                                                                             | IIa |
|    | Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A et B                                             |     |

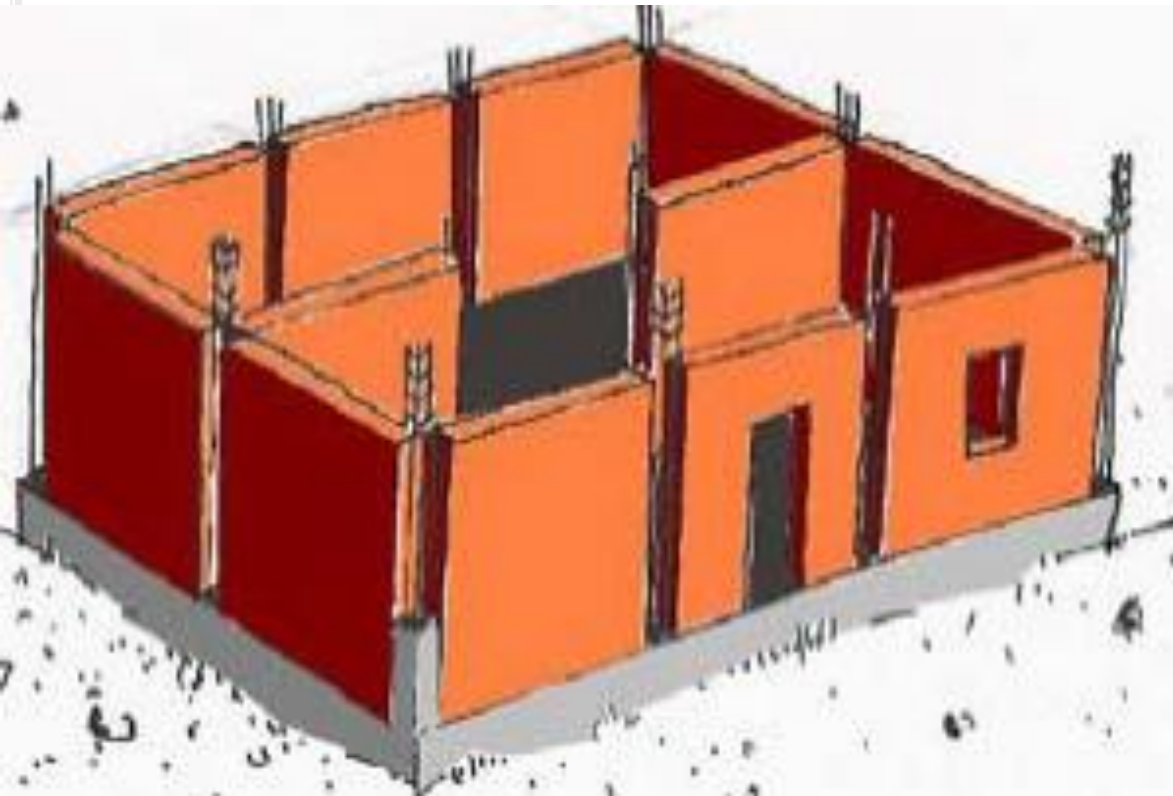
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 28 | <p><b>M'SILA</b></p> <p><b>Groupe de communes A</b><br/> Beni Ilmane, Ounougha, Hammam Dalaa, Tarmount,<br/> Ouled Mansour, M'sila, M'tarfa, Maadid, Ouled<br/> Derradj, Ouled Addi, Dahahna, Berhoum, Ain<br/> Kadra, Magra, Belaiba</p> <p><b>Groupe de communes B</b><br/> Toutes les communes autres que celles figurant au<br/> groupe de communes A</p>                                                                                                               | <p><b>IIa</b></p> <p><b>I</b></p>                     |
| 29 | <p><b>MASCARA</b></p> <p><b>Groupe de communes A</b><br/> Toutes les communes autres que celles figurant au<br/> groupe de communes B</p> <p><b>Groupe de communes B</b><br/> Ain Fares, Ain fekran, Bouhanifia, Guerdjou, Oued<br/> Taria, Ghri, Benain, Mokhda, Aouf, Gharous,<br/> Nesmot, M'hamid, Hachem, Oued El Abtal, Ain<br/> Ferrah.</p>                                                                                                                          | <p><b>IIa</b></p> <p><b>I</b></p>                     |
| 30 | <b>OUARGLA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                                                     |
| 31 | <b>ORAN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>IIa</b>                                            |
| 32 | <b>EL BAYADH</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>I</b>                                              |
| 33 | <b>ILLIZI</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                                                     |
| 34 | <b>BORDJ BOU ARRERIDJ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>IIa</b>                                            |
| 35 | <p><b>BOUMERDES</b></p> <p><b>Groupe de communes A</b><br/> Toutes les communes autres que celles figurant au<br/> groupe de communes B et C</p> <p><b>Groupe de communes B</b><br/> Afir, Benchoud, Taouerga, Baghlia, Oued Aissa,<br/> Naciria, Bordj Menail, Isser, Beni Amrane, Souk El<br/> Had, Bouzegza Kedar, El Kharouba, Larbatache,<br/> Khemis El khechna, Ouled Moussa, Hammadi.</p> <p><b>Groupe de communes C</b><br/> Timezrit, Ammal, Chaabet El Aneur</p> | <p><b>III</b></p> <p><b>IIb</b></p> <p><b>IIa</b></p> |

|    |                                                                                                                                                            |     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 36 | EL TARF                                                                                                                                                    | IIa |
| 37 | TINDOUF                                                                                                                                                    | 0   |
| 38 | TISSEMSILT                                                                                                                                                 | IIa |
| 39 | EL OUED                                                                                                                                                    | 0   |
| 40 | KHENCHELA                                                                                                                                                  | I   |
| 41 | SOUK AHRAS                                                                                                                                                 | I   |
| 42 | TIPAZA                                                                                                                                                     | III |
| 43 | MILA                                                                                                                                                       | IIa |
| 44 | AIN DEFLA                                                                                                                                                  | III |
|    | <b>Groupe de communes A</b>                                                                                                                                |     |
|    | Tacheta, Zougagha, El Abadia, Ain Bouyahia, El Attaf                                                                                                       |     |
|    | <b>Groupe de communes B</b>                                                                                                                                | IIb |
|    | El Amra, Mekhtaria, Arib, Rouina, Ain Defla, Bourashed, Zeddine, Tiberkanine, Sen Allah, Meliana, Ain Torki ,Hammam Righa,Ain Benian, Houceinia, Boumadfaa |     |
|    | <b>Groupe de communes C</b>                                                                                                                                | IIa |
|    | Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A et B                                                                                |     |
| 45 | NAAMA                                                                                                                                                      | I   |
| 46 | AIN TEMOUCHENT                                                                                                                                             | IIa |
| 47 | GHARDAIA                                                                                                                                                   | 0   |
| 48 | RELIZANE                                                                                                                                                   | III |
|    | <b>Groupe de communes A</b>                                                                                                                                |     |
|    | Mediouna, Sidi M'hamed Ben Ali, Mazouna,El Guettar                                                                                                         |     |
|    | <b>Groupe de communes B</b>                                                                                                                                | IIb |
|    | Merdja Sidi Abed, Oued Rhiau,Ouartzenz, Djidiouia, Hamri, Beni Zentis                                                                                      |     |
|    | <b>Groupe de communes C</b>                                                                                                                                | IIa |
|    | Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A et B                                                                                |     |

## ➤ Structures en maçonnerie porteuse chaînée

On appelle maçonneries chaînées les structures porteuses réalisées en maçonnerie et comportant des chaînages en béton armé mis en œuvre après exécution de la maçonnerie.

En maçonnerie chaînée, le mur ne prend pas seulement les charges verticales, mais aussi les charges horizontales du tremblement de terre.



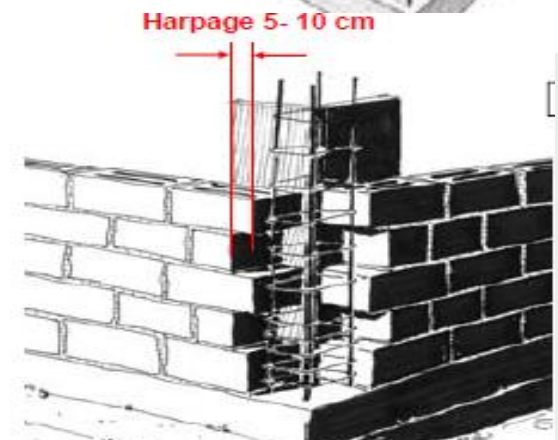
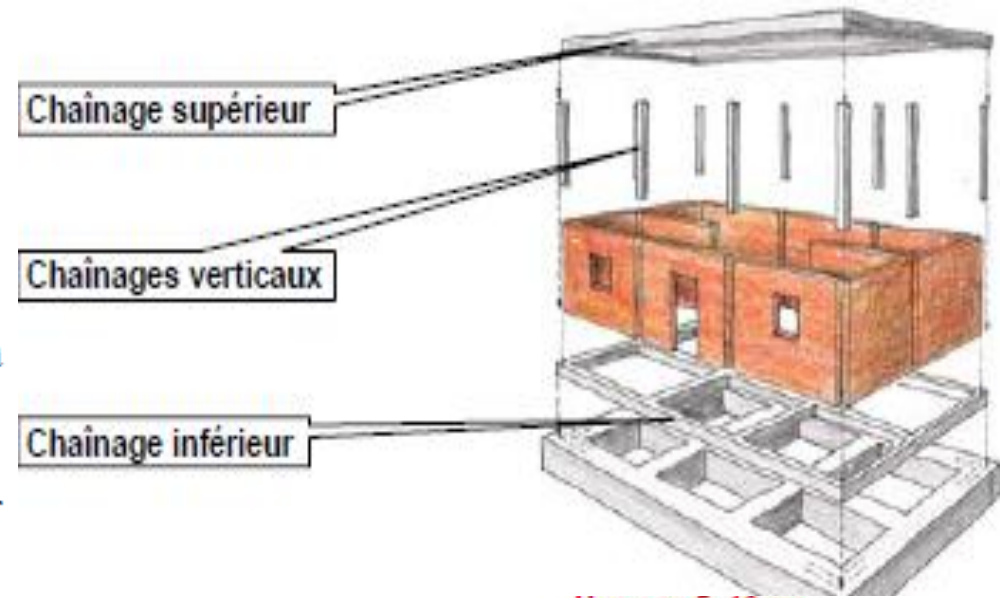
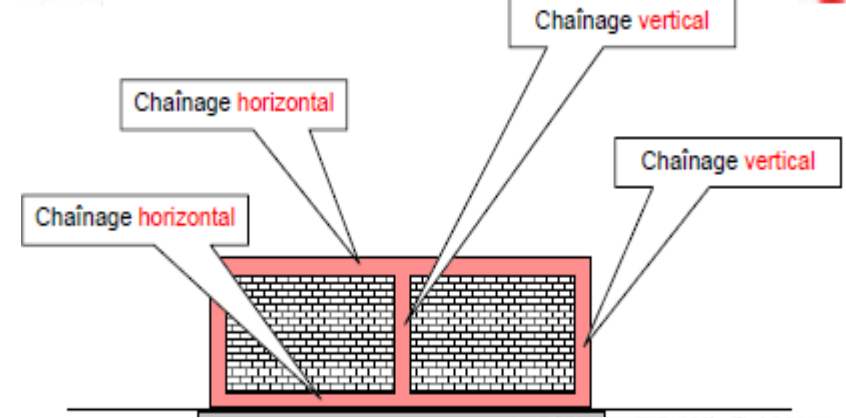
En maçonnerie chaînée, tous les éléments en béton sont des chaînages, les horizontaux (ceinture) autant que les verticaux (qui ne sont pas des poteaux).

Les éléments en béton armé verticaux entre les murs sont des chaînages verticaux, pas des poteaux.

- Les chaînages horizontaux :
  - . au niveau des fondations (éventuellement)
  - . au niveau de chaque plancher
  - . au niveau des toitures

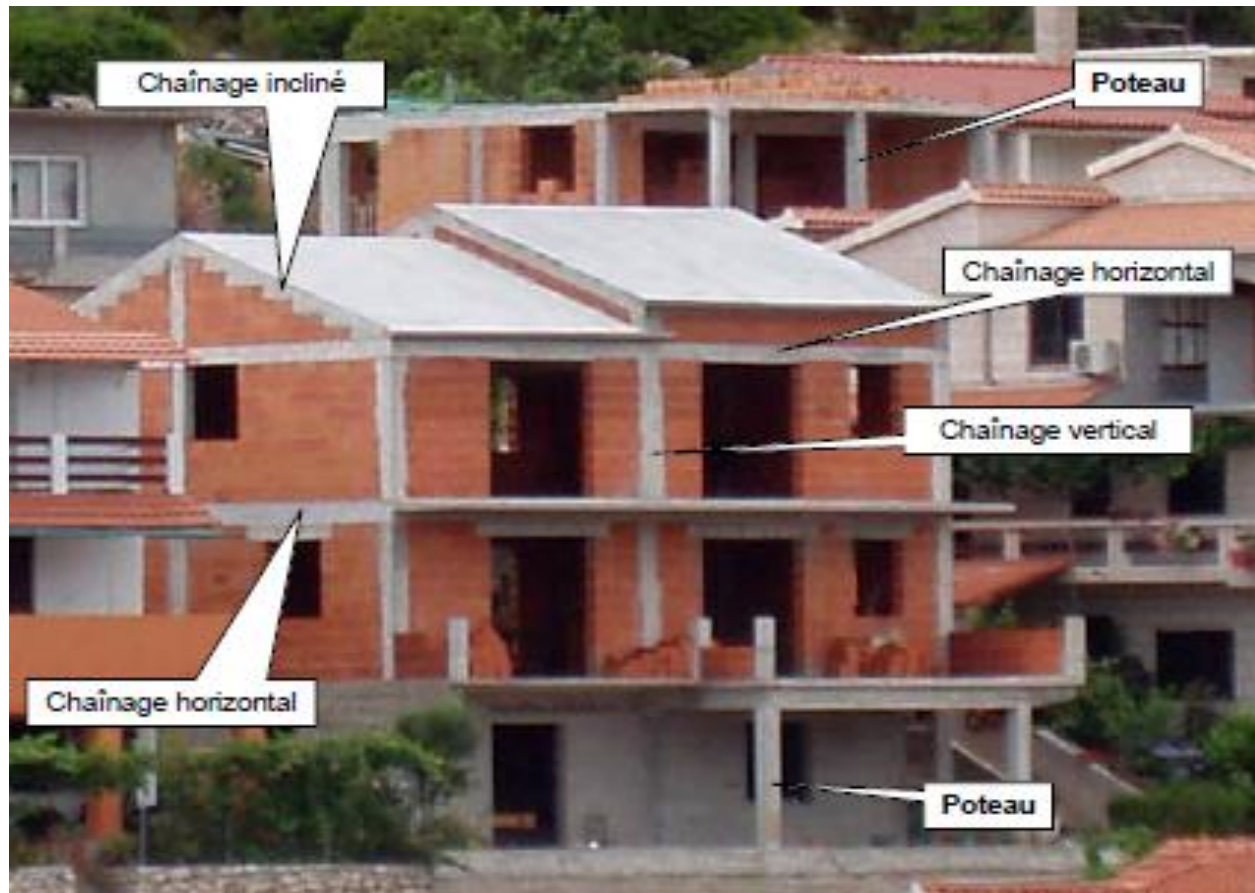
- Les chaînages verticaux, au moins :
  - . à tous les angles saillants ou rentrants de la construction
  - . aux jonctions de murs
  - . encadrant les ouvertures de hauteur supérieure ou égale à 1.80m

- Pour ce type de structure
  1. Les murs sont ancrés aux chaînages par le harpage. Ce dernier permet une bonne connexion entre le mur de maçonnerie et le béton du chaînage vertical.
  2. Dans ce type de structure on utilise le mot 'poteau' seulement pour les poteaux libres qui ne touchent pas les murs.



## *Exigence du RPA pour ce type de structure*

« Les bâtiments concernés par ce type de système constructif sont limités à cinq (05) niveaux ou dix sept (17) mètres en zone I, 04 niveaux ou quatorze (14) mètres en zone IIa et trois (03) niveaux ou onze (11) mètres en zones IIb et III. »



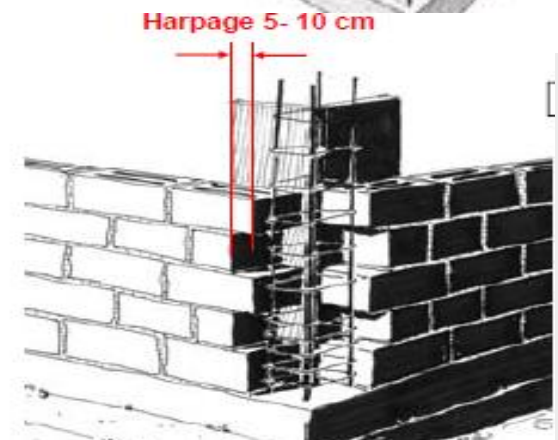
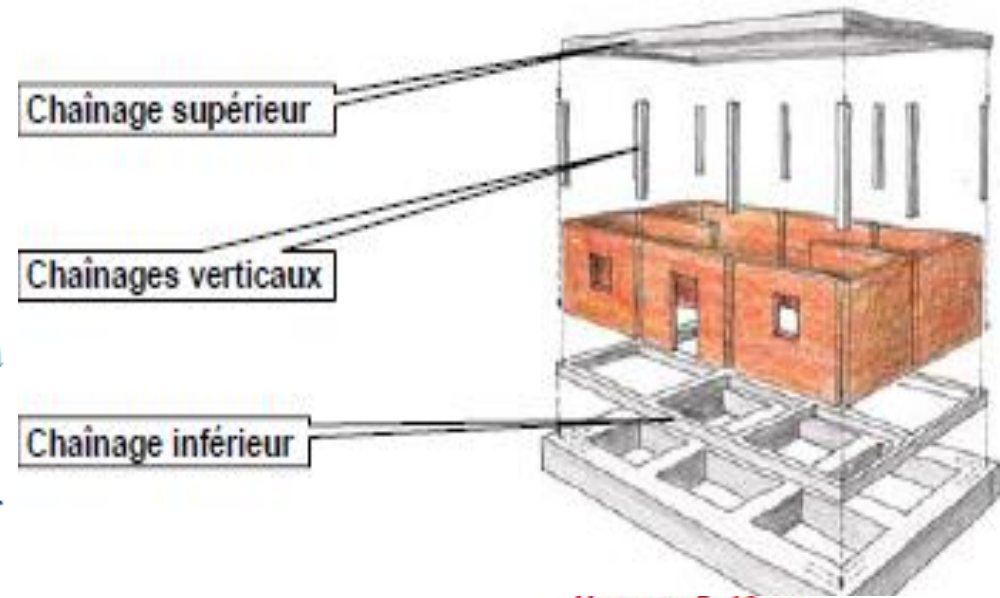
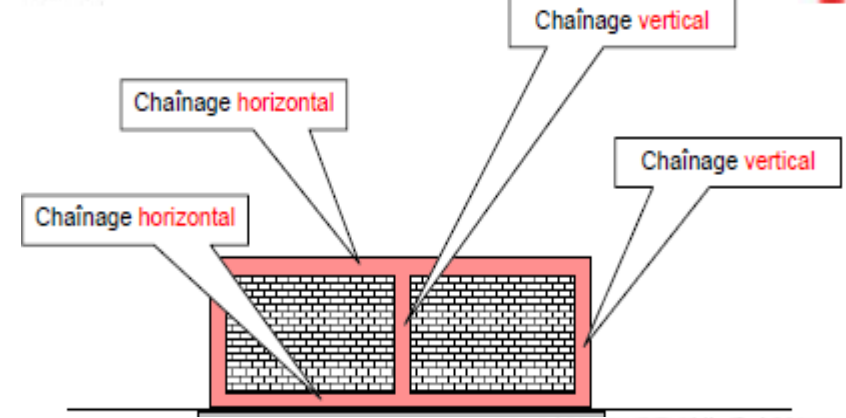
En maçonnerie chaînée, tous les éléments en béton sont des chaînages, les horizontaux (ceinture) autant que les verticaux (qui ne sont pas des poteaux).

Les éléments en béton armé verticaux entre les murs sont des chaînages verticaux, pas des poteaux.

- Les chaînages horizontaux :
  - . au niveau des fondations (éventuellement)
  - . au niveau de chaque plancher
  - . au niveau des toitures

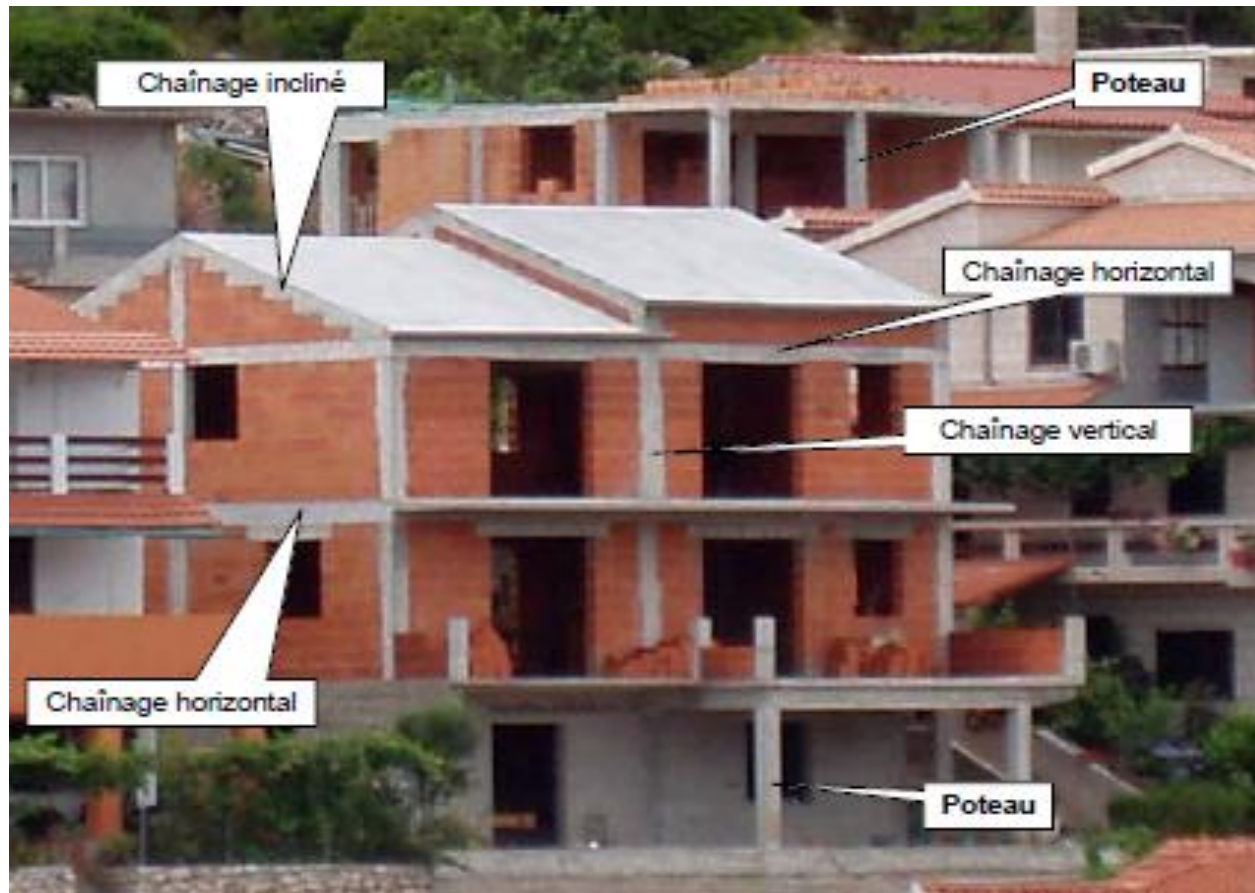
- Les chaînages verticaux, au moins :
  - . à tous les angles saillants ou rentrants de la construction
  - . aux jonctions de murs
  - . encadrant les ouvertures de hauteur supérieure ou égale à 1.80m

- Pour ce type de structure
  1. Les murs sont ancrés aux chaînages par le harpage. Ce dernier permet une bonne connexion entre le mur de maçonnerie et le béton du chaînage vertical.
  2. Dans ce type de structure on utilise le mot 'poteau' seulement pour les poteaux libres qui ne touchent pas les murs.



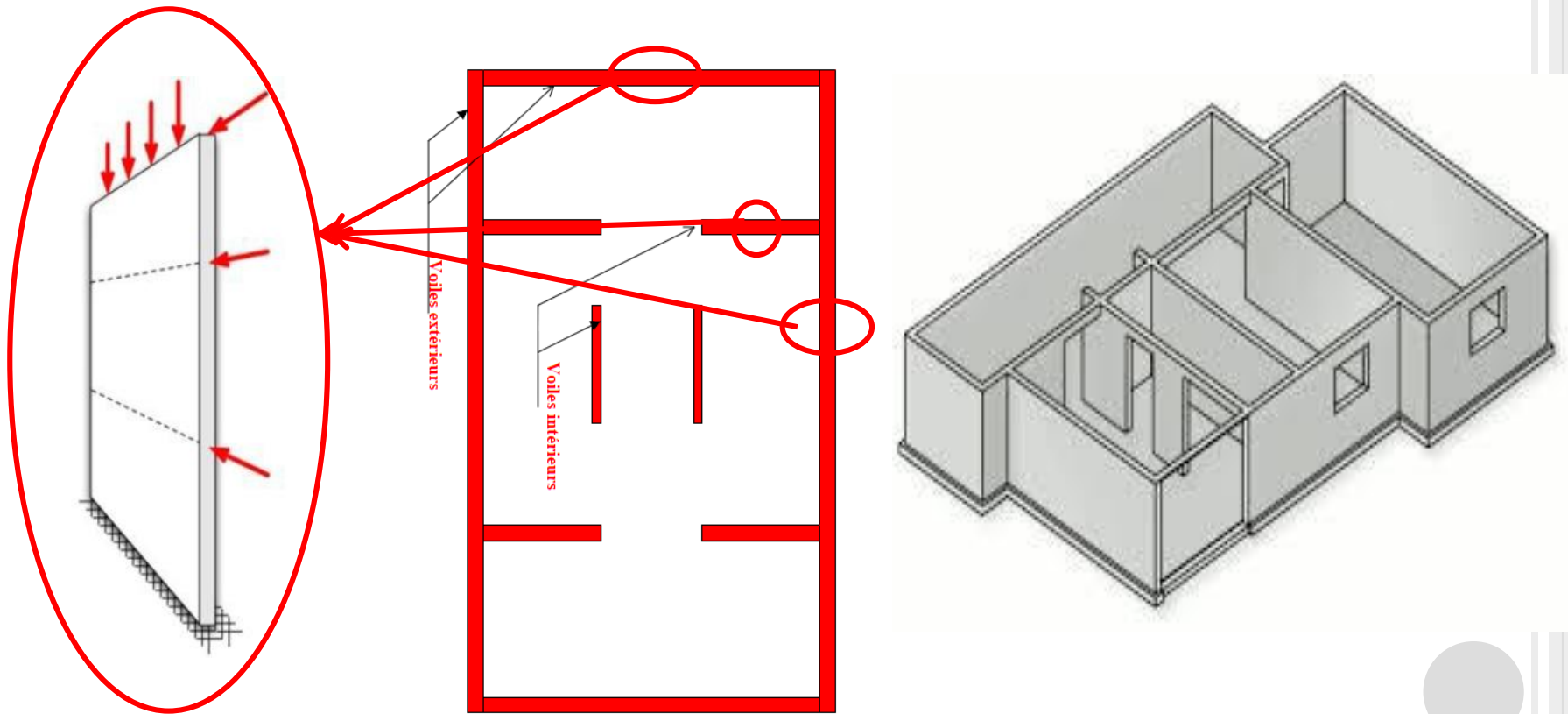
## *Exigence du RPA pour ce type de structure*

« Les bâtiments concernés par ce type de système constructif sont limités à cinq (05) niveaux ou dix sept (17) mètres en zone I, 04 niveaux ou quatorze (14) mètres en zone IIa et trois (03) niveaux ou onze (11) mètres en zones IIb et III. »



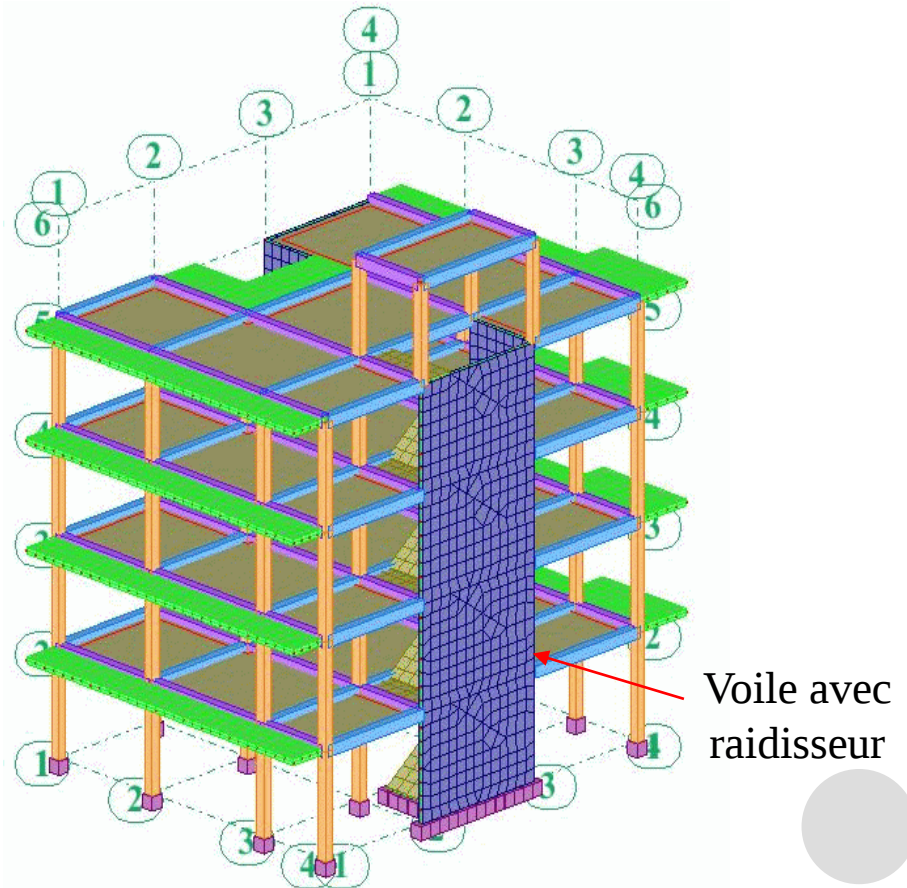
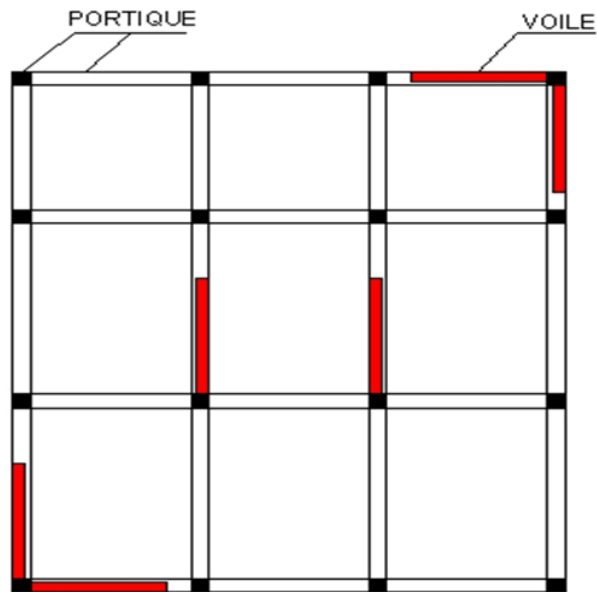
## ➤ Les structures uniquement à murs porteurs (plancher-voiles)

- Pour ce type de structure « uniquement à mur porteur (voile) », les voiles assurent en même temps le rôle porteur vis-à-vis des charges verticales et le rôle de résistance aux forces horizontales.



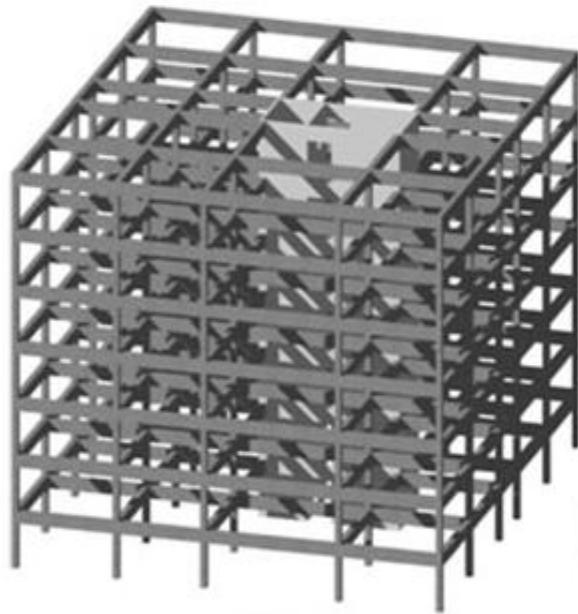
## ➤ Les structures mixtes avec des murs porteurs associés à des portiques

- Ce type de structure est composé le plus souvent des portiques et des voiles, là où, le rôle porteur vis-à-vis des charges verticales est assuré par les poteaux et les poutres, tandis que les voiles assurent la résistance aux forces horizontales et au plus 20% des charges verticales (selon le RPA).



## ➤ Les structures à noyau central

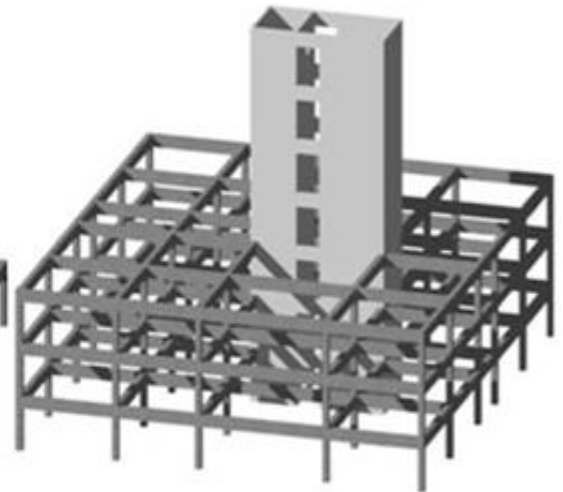
- Dans ce cas, un noyau central formé de deux murs couplés à chaque étage par des poutres assure la résistance aux forces horizontales. Une certaine résistance supplémentaire peut être apportée par les portiques extérieurs.



(a) ensemble de la structure



(b) vue du premier niveau de la partie supportant les actions verticales



(c) vue de la partie supportant les actions horizontales (noyau) dégagée des derniers niveaux de l'ossature.

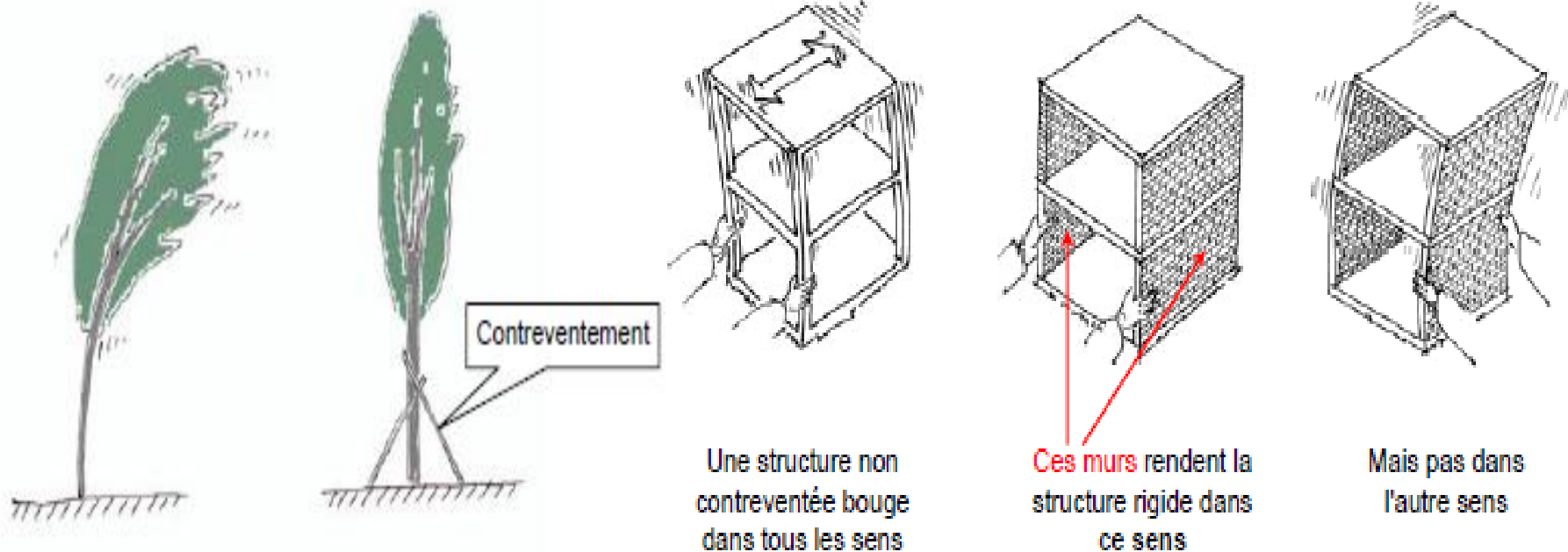
Fig.11 Schémas de la structure d'un bâtiment contreventé par un noyau

# Le contreventement

En génie civil, *un contreventement* est un système statique destiné à assurer la stabilité globale d'un ouvrage vis-à-vis des effets horizontaux issus des éventuelles actions sur celui-ci (par exemple : vent, séisme, choc, freinage, etc.).

Les murs de contreventement donne de la rigidité.

Le mot contreventement vient de **contre** et **vent**



Bâtiment en béton armé contreventé par des voiles

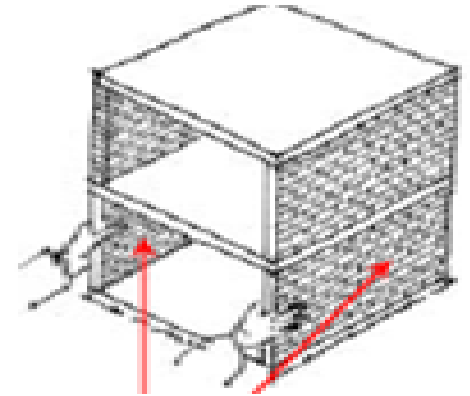
Un bâtiment est donc un ouvrage composé de :

- ***Eléments non-structuraux*** : Eléments n'ayant pas de fonction porteuse ou de contreventement (cloisons, acrotères, auvents).
- ***Eléments structuraux*** : On distingue :
  - *les éléments principaux* : élément porteur faisant partie du système de contreventement (poutres, poteaux, planchers, voiles, mur ...), et
  - *les éléments secondaires* : élément porteur ne faisant pas partie du système de contreventement (poteaux, murs....)



## *Rôles des voiles de contreventement*

1. Augmente la rigidité de l'ouvrage ;



2. Diminue les dégâts des éléments non-porteurs dont le coût de réparation est souvent plus grand que celui des éléments porteurs ;

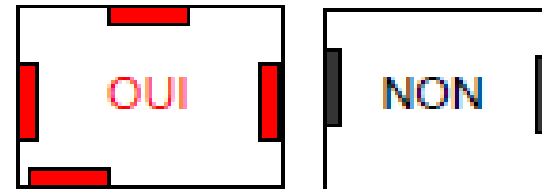


3. Apaise les conséquences psychologiques sur les habitants de haut bâtiment dont les déplacements horizontaux sont importants lors des séismes.

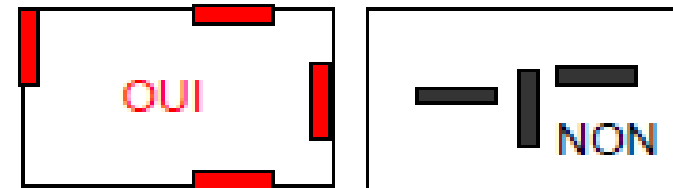


# Règles de disposition des murs de contreventement

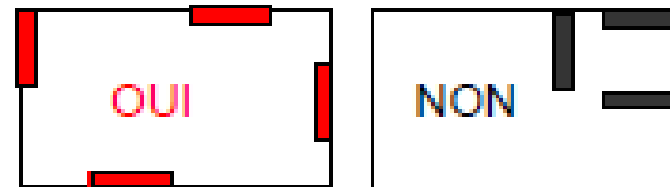
1. Placés dans les deux directions



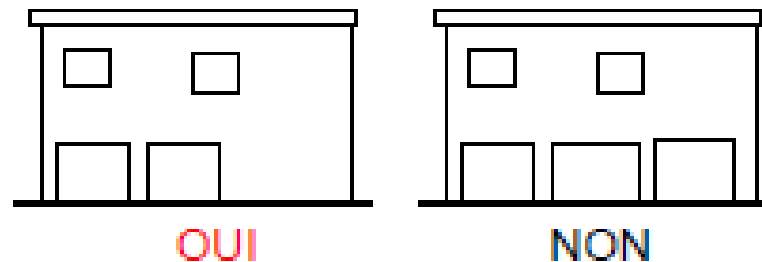
2. Placés le plus à l'extérieur possible



3. Distribués régulièrement



4. Placés à tous les étages



**MERCI DE VOTRE ATTENTION**

